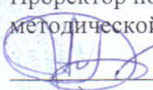


государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования Московской области
«Университет «Дубна»
(государственный университет «Дубна»)

Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра химии, новых технологий и материалов



УТВЕРЖДАЮ
Проректор по учебно-
методической работе
 / Деникин А.С./
подпись Фамилия И.О.
« 01 » 02 2016 г.

Рабочая программа дисциплины **ФОТОХИМИЯ**

Направление подготовки

04.03.01 Химия

Уровень высшего образования:
Бакалавриат

Направленность (профиль) программы:
Физическая химия

Форма обучения очная

Дубна, 2016

Преподаватель

Моржухина С.В., канд.хим.наук, доцент, кафедра химии, новых технологий и материалов



(подпись)

Рабочая программа разработана в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки высшего образования 04.03.01. Химия

Программа рассмотрена на заседании кафедры химии, новых технологий и материалов

Протокол заседания № 1 от «22» 01 2016 г.

Заведующий кафедрой  С.В. Моржухина
(Фамилия И.О., подпись)

и.о.декана факультета  О.А. Савватеева
«26» 01 2016 г.

Эксперт Магдальцев П.П., д.х.н., проф. Университет "Дубна"
(Ф.И.О., ученая степень, ученое звание, место работы, должность;
подпись, заверенная по месту работы)



1. Цели и задачи освоения дисциплины (модуля)

Основной целью освоения дисциплины является приобретение знаний в области современных теорий фотохимии.

Для достижения поставленной цели выделяются задачи курса: обучить студента основным моделям фотохимии, а также теоретическим и экспериментальным методам фотохимии.

По окончании изучения указанной дисциплины студент должен

- иметь представления о современных тенденциях в описании превращений молекул под действием света и основных проблемах теорий фотохимического распада.
- знать основы фотохимии и основные теории, описывающие безызлучательные процессы в рамках квантово-механического подхода, а также основные экспериментальные методы фотохимии и фотохимию классов органических соединений, основные типы фотохимических реакций.

2. Объекты профессиональной деятельности при изучении дисциплины (модуля)

Объектами профессиональной деятельности выпускников, освоивших программу бакалавриата, являются химические элементы, простые молекулы и сложные соединения в разном агрегатном состоянии (неорганические и органические вещества и материалы на их основе), полученные в результате химического синтеза (лабораторного, промышленного) или выделенные из природных объектов

3. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Курс для бакалавров по направлению «Химия», предназначен для формирования основ знаний студентов по теории и практике фотохимии и является вариативной дисциплиной блока Б1.

При составлении программ спецкурса основное внимание уделено тому, чтобы его содержание соответствовало современному состоянию теории и практики фотохимии.

Изучение дисциплины предусматривает также выполнение практических работ в специальных практикумах.

Изучению курса должно предшествовать изучение дисциплин:

- неорганическая химия;
- аналитическая химия;
- органическая химия
- физическая химия
- информационные технологии в химии
- физика
- обработка результатов химического эксперимента
- математические методы в химии

Изучение дисциплины дает основу для изучения как последующих курсов химического профиля:

- выполнение курсовых работ по органической и физической химии
- выполнение работ в рамках производственной и преддипломной практик, ВКР, НИР.

4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине, характеризующие этапы формирования компетенций
ПК-2 —*. **, ***, ****, ***** владением базовыми навыками использования современной аппаратуры при проведении научных исследований	<p>Знать: 31(ПК-2) Основное лабораторное оборудование, соответствующее целям и задачам исследования, принципы действия, методы проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений</p> <p>Знать 32(ПК-2) существующие методы и методики оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимость и достоверности</p> <p>Уметь У3(ПК-2) Проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов</p>
ПК-3 - владением системой фундаментальных химических понятий	<p>ВЛАДЕТЬ: Методами поиска, анализа и систематизация профильной периодической литературы, патентов и авторских свидетельств Код В1(ПК-3)</p>
ПК-4 -. **, ***, ****, способностью применять основные естественнонаучные законы и закономерности развития химической науки при анализе полученных результатов	<p>Знать: 31(ПК-4) теоретические и методологические основы смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач</p>

результат обучения сформулирован на основании требований профессионального стандарта:

***)**Профессиональный стандарт СПЕЦИАЛИСТ ПО РАЗРАБОТКЕ НАНОСТРУКТУРИРОВАННЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 8 сентября 2015 г. N 604н)

****)Специалист по научно-техническим разработкам и испытаниям полимерных наноструктурированных пленок** (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от «10» июля 2014 г. №447н)

*****)**Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам (утв. Министерством труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. N 121н)

******) СПЕЦИАЛИСТ ПО ИЗМЕРЕНИЮ ПАРАМЕТРОВ И МОДИФИКАЦИИ СВОЙСТВ НАНОМАТЕРИАЛОВ И НАНОСТРУКТУР** (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты Российской Федерации от 7 сентября 2015 г. N 593н)

*******) Специалист по метрологии** (утв. приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 4 марта 2014 г. N 124н)

5. Объем дисциплины (модуля) в зачетных единицах с указанием количества академических или астрономических часов, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающихся

Объем дисциплины (модуля) составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых:

34 часов составляет контактная работа обучающегося с преподавателем:

17 часов – лекционные занятия;

17 часов – практические занятия, включая мероприятия текущего контроля успеваемости, мероприятия промежуточной аттестации (зачет).

74 часов составляет самостоятельная работа обучающегося.

6. Содержание дисциплины (модуля), структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических или астрономических часов и виды учебных занятий

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля) Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего (часы)	В том числе:								
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них						Самостоятельная работа обучающегося, часы, из них		
		Лекционные занятия	Семинарские занятия	Практические занятия	Лабораторные занятия	Учебные занятия, направленные на проведение текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, практические контрольные занятия и др.)*	Всего	Выполнение домашних заданий	Подготовка к практической работе	Всего
7 семестр										
введение. Строение молекул и связь со спектральными характеристиками.		1		1		Устный опрос на лекциях и практических занятиях; решение практических задач и заданий на практическом занятии;	2	2	2	4
Квантовый выход. Принцип Франка-Кондона. Излучательные и истинные времена жизни.		1		1		Устный опрос на лекциях и практических занятиях; решение практических задач и заданий на практическом занятии;	2	2	3	5
Интенсивности электронных переходов. Сила осциллятора. Момент перехода.		1		1		Устный опрос на лекциях и практических занятиях; решение практических задач и заданий на практическом занятии;	2	2	3	5
Безизлучательные переходы. Спин-орбитальное взаимодействие.		1		1		Устный опрос на лекциях и практических занятиях; решение практических задач и заданий на практическом занятии; выполнение домашних работ;	2	2	3	5
Процессы переноса энергии. Константа скорости переноса		1		1		Устный опрос на лекциях и практических занятиях; решение практических задач и заданий на практическом занятии;	2	2	3	5
Фотосенсибилизированные процессы.		1		1		Устный опрос на лекциях и практических занятиях; решение практических задач и заданий на практическом занятии; выполнение домашних работ;	2	2	3	5

Диаграмма Яблонского.		1		1		Устный опрос на лекциях и прак- тических занятиях; решение практических задач и за- даний на практическом занятии; выполнение домашних работ;	2	2	3	5
Классификация фотохимических реакций		1		1		Контрольная работа № 1	2	2	3	5
Фотодиссоциация Фотоэлиминирование		1		1		Устный опрос на лекциях и прак- тических занятиях; подготовка докладов	2	2	3	5
Фотовосстановление		1		1		Устный опрос на лекциях и прак- тических занятиях; подготовка докладов	2	2	3	5
Фотоокисление		1		1		Устный опрос на лекциях и прак- тических занятиях; подготовка докладов	2	2	3	5
Фотозамещение. Фотоприсоединение		1		1		Устный опрос на лекциях и прак- тических занятиях; подготовка докладов	2	2	3	5
Кинетика фотохимических реакций		1		1		Устный опрос на лекциях и прак- тических занятиях; подготовка докладов	2	2	3	5
Фоторезисты. Фотолиитография		2		2		контрольная работа № 2	4	2	3	5
Супрамолекулярная фотохимия		2		2		Устный опрос на лекциях и прак- тических занятиях; подготовка докладов	4	2	3	5
Промежуточная аттестация зачет с оценкой								X		
Итого	108						34			74

7. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю) и методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модулю)

Методические указания к практическим занятиям

Изучение дисциплины предусматривает выполнение практических работ в специальных практикуме по Спектроскопическим методам анализа.

Практические занятия призваны закрепить теоретические знания студентов и познакомить их с методами решения конкретных задач, возникающих при практическом применении химических знаний.

№ п/п	№ раздела дисциплины	Наименование практических занятий
1	введение. Строение молекул и связь со спектральными характеристиками.	Квантовый выход.
2	Квантовый выход. Принцип Франка-Кондона. Излучательные и истинные времена жизни.	Основные законы фотохимии
3	Интенсивности электронных переходов. Сила осциллятора. Момент перехода.	Правила отбора
4	Безизлучательные переходы. Спин-орбитальное взаимодействие.	Закон энергетического интервала.
5	Процессы переноса энергии. Константа скорости переноса	Излучательные переходы
6	Фотосенсибилизированные процессы.	безизлучательные переходы
7	Диаграмма Яблонского.	Диаграмма Яблонского
8	Классификация фотохимических реакций	Контрольная работа № 1
9	Фотодиссоциация Фотоэлиминирование	Фотодиссоциация Фотоэлиминирование
10	Фотовосстановление	Фотовосстановление
11	Фотоокисление	Фотоокисление
12	Фотозамещение. Фотоприсоединение	Фотозамещение. Фотоприсоединение
13	Кинетика фотохимических реакций	Кинетика фотохимических реакций
14	Фоторезисты. Фотолитография	контрольная работа № 2
15	Супрамолекулярная фотохимия	Фоторезисты. Фотолитография Супрамолекулярная фотохимия.

Методические материалы по теории и технике эксперимента для практических работ, перечень контрольных вопросов и заданий изложены в методических разработках, которые выдаются студентам в электронном виде

Методические материалы для преподавателей

Методическая модель преподавания дисциплины основана на применении активных методов обучения. Принципами организации учебного процесса являются:

- активное участие обучающихся в учебном процессе;
- проведение практических занятий, определяющих приобретение навыков решения проблем;
- приведение примеров применения изучаемого теоретического материала к реальным практическим ситуациям.

Используемые методы преподавания: лекционные занятия с использованием мультимедиа презентаций, индивидуальные и групповые задания при проведении практических занятий. Индивидуальные задания подбираются студентам с учетом их работы над темами НИР.

Для более глубокого изучения предмета преподаватель предоставляет студентам информацию о возможности использования Интернет-ресурсов по разделам дисциплины.

При наличии академических задолженностей по практическим занятиям, связанных с их пропусками преподаватель вправе выдать задание студенту в виде реферата по пропущенной теме занятия.

Методические материалы по организации самостоятельной работы студентов

Рабочей программой дисциплины предусмотрена самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа проводится с целью углубления знаний по дисциплине и предусматривает:

- изучение отдельных разделов тем дисциплины
- чтение студентами рекомендованной литературы и усвоение теоретического материала дисциплины;
- подготовку к практическим занятиям;
- выполнение домашних работ с последующей их защитой
- работу с Интернет-источниками.

Программой дисциплины предусмотрено выполнение практических работ. Для выполнения практических работ необходимо получить у преподавателя индивидуальное задание, произвести все необходимые расчеты, получить допуск к работе. После выполнения практической работы необходимо оформить отчет и защитить практическую работу.

Планирование времени на самостоятельную работу, необходимого на изучение настоящей дисциплины, студентам лучше всего осуществлять на весь семестр, предусматривая при этом регулярное повторение пройденного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо регулярно дополнять сведениями из литературных источников, представленных в рабочей программе.

По каждой из тем для самостоятельного изучения, приведенных в рабочей программе дисциплины следует сначала прочитать рекомендованную литературу и при необходимости составить краткий конспект основных положений, терминов, сведений, требующих запоминания и являющихся основополагающими в этой теме и для освоения последующих разделов курса.

Для расширения знаний по дисциплине рекомендуется использовать Интернет-ресурсы: проводить поиск в различных системах и использовать материалы сайтов, рекомендованных преподавателем на лекционных занятиях.

8. Применяемые образовательные технологии для различных видов учебных занятий и для контроля освоения обучающимися запланированных результатов обучения

В учебном процессе, помимо чтения лекций широко используются активные и интерактивные формы (обсуждение отдельных разделов дисциплины, защита расчетно-графической работы). В сочетании с внеаудиторной работой это способствует формированию и развитию профессиональных навыков обучающихся.

Перечень обязательных видов работы студента:

- посещение лекционных занятий;
- ответы на теоретические вопросы на практическом занятии;
- решение практических задач и заданий на практическом занятии;
- подготовка докладов
- выполнение домашних работ;
- выполнение контрольных работ

Инновационные формы проведения учебных занятий

Семестр	Вид учебных занятий ¹	Используемые инновационные формы проведения учебных занятий	Количество академ. часов
	Лекционные занятия	Проблемная технология, компьютерные презентации	6
	Практические занятия	Работа по индивидуальному заданию, подготовка докладов, контрольная работа, подготовка к практическим занятиям	10
Всего:			16

При изучении теоретического курса на лекциях предусматривается изложение материала в виде презентации. Отдельные лекции излагаются по проблемной технологии.

Некоторые разделы теоретического курса изучаются с использованием опережающей самостоятельной работы: студенты получают задания на ознакомление с новым материалом до его изложения на лекциях.

При прохождении практикума студентам предлагается работать в малых группах: учебная группа разбивается на несколько небольших групп – по 2-3 человека.

Каждая группа выполняет задание из практикума. Процесс выполнения работ осуществляется на основе обмена мнениями и выбора оптимального пути решения.

На основании полученных данных по всем опытам каждый студент заполняет свой журнал, где записывает результаты, составляет уравнения реакций химических процессов, если нужно производит соответствующие расчеты и результаты представляет в виде графической зависимости.

На собеседовании с преподавателем студент представляет оформленный отчет по данной работе и отвечает на вопросы преподавателя, связанные с методикой работы, результатами и выводами. По ряду работ предусматривается применение метода «защиты».

Групповая работа стимулирует согласованное взаимодействие между студентами, отношения взаимной ответственности и сотрудничества. При формировании групп учитываются два признака: степень химической подготовленности студентов и характер межличностных отношений. В ряде случаев студентам самим предлагается разбиться на группы, состав которых впоследствии может корректироваться для повышения качества работы.

¹ Перечень видов учебных занятий уточняется в соответствии с учебным планом.

- **Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

Полный перечень компетенций выпускников образовательной программы «Химия. Физическая химия» с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования приведен в картах компетенций образовательной программы.

Перечень компетенций выпускников образовательной программы «Химия. Физическая химия», в формировании которых участвует данная дисциплина представлен в разделе 4 рабочей программы дисциплины. Указание результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы формирования компетенций, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования представлено ниже.

- **Описание шкал оценивания**

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине в форме зачета используется дихотомическая шкала оценивания: зачтено – не зачтено.

Сопоставление дихотомической шкалы и пятибалльной системы оценивания: 1-2 балла – не зачтено, 3-5 баллов – зачтено.

Описание шкал оценивания для различных заданий, выполняемых в рамках текущего контроля, представлено в методических материалах, определяющих процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

- **Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций**

РЕЗУЛЬТАТ ОБУЧЕНИЯ по дисциплине	КРИТЕРИИ ОЦЕНИВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТА ОБУЧЕНИЯ по дисциплине ШКАЛА оценивания					ПРОЦЕДУРЫ ОЦЕНИВАНИЯ
	1	2	3	4	5	
ЗНАТЬ: Основное лабораторное оборудование, соответствующее целям и задачам исследования, принципы действия, методы проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений Код 31(ПК-2)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Неполные представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Сформированные систематические представления об основном лабораторном оборудовании, соответствующем целям и задачам исследования, принципах действия, методах проведения лабораторного контроля, обобщения и обработки информации, оценки результатов измерений	Устный опрос на лекциях и практических занятиях; выполнение заданий на практическом занятии подготовка докладов зачет
ЗНАТЬ: существующие методы и методики оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимость и достоверности Код 32(ПК-2)	Отсутствие знаний	Фрагментарные представления о существующих методах и методиках оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимости и достоверности	Неполные представления о существующих методах и методиках оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимости и достоверности	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о существующих методах и методиках оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимости и достоверности	Сформированные систематические представления о существующих методах и методиках оценки структуры и свойств веществ и материалов, их применимости и достоверности	Устный опрос на лекциях и практических занятиях; выполнение заданий на практическом занятии подготовка докладов зачет

<p>УМЕТЬ: Проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов Код УЗ(ПК-2)</p>	Отсутствие умений	Фрагментарное умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но не систематическое умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	Сформированное умение проводить регистрацию, анализ, обобщение и обработку результатов лабораторных исследований структуры и свойств веществ и материалов	выполнение заданий на практическом занятии
<p>ВЛАДЕТЬ: Методами поиска, анализа и систематизация профильной периодической литературы, патентов и авторских свидетельств Код В1(ПК-3)</p>	Отсутствие навыков	Фрагментарное применение методов поиска, анализа и систематизация профильной периодической литературы, патентов и авторских свидетельств	В целом успешное, но не систематическое применение методов поиска, анализа и систематизация профильной периодической литературы, патентов и авторских свидетельств	В целом успешное, но сопровождающееся отдельными ошибками применение методов поиска, анализа и систематизация профильной периодической литературы, патентов и авторских свидетельств	Успешное и систематическое применение методов поиска, анализа и систематизация профильной периодической литературы, патентов и авторских свидетельств	выполнение заданий на практическом занятии подготовка докладов
<p>ЗНАНИЕ теоретические и методологические основы смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач Код З1 (ПК-4)</p>	Отсутствие знаний	Фрагментарные знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Неполные знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Сформированные и систематические знания теоретических и методологических основ смежных с химией математических и естественнонаучных дисциплин и способы их использования при решении конкретных химических и материаловедческих задач	Устный опрос на лекциях и практических занятиях; выполнение заданий на практическом занятии выполнение домашних работ; выполнение контрольных работ подготовка докладов зачет

- Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций

Материалы для промежуточной аттестации

перечень вопросов, выносимых на зачет

1. Классификация электронных состояний и переходов. Связь между электронным строением и электронными спектрами
2. Квантовый выход. Принцип Франка-Кондона. Излучательные и истинные времена жизни.
3. Интенсивности электронных переходов. Сила осциллятора. Момент перехода. Правила отбора.
4. Безизлучательные переходы. Спин-орбитальное взаимодействие. Закон энергетического интервала.
5. Процессы переноса энергии. Константа скорости переноса.
6. Фотосенсибилизированные процессы.
7. Диаграмма Яблонского.
8. Реакции фотодиссоциации
9. реакции фотозамещения
10. реакции фотоприсоединения и фотовосстановления
11. реакции фотоприсоединения и фотоокисления
12. кинетика в фотохимии
13. фотолитография. Позитивные фоторезисты
14. фотолитография. Негативные фоторезисты
15. Супрамолекулярная фотохимия.

Образцы билетов на зачете:

Билет № 1

1. Классификация электронных состояний и переходов. Связь между электронным строением и электронными спектрами
2. Реакции фотодиссоциации
3. Постройте ММО для фенолят иона. Посчитайте мультиплетность данного вещества. Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО. Постройте диаграмму Яблонского для данной молекулы.

Материалы для текущего контроля

Перечень примерных контрольных вопросов и заданий для самостоятельной работы:

1. Как будет выглядеть зависимость ϕ_{NO} от давления в кювете при фотолизе NO_2 области 4358 Å. $\tau_0 = 3 \cdot 10^{-4}$ с, диаметр кюветы 5 мм. Давлением N_2O_4 пренебречь.
2. Пойдет ли реакция под действием света: (индивидуальный вариант задания для каждого студента)
3. Рассмотреть фотохимию альдегидов, кетонов и кислот. Привести примеры их спектров поглощения и указать характерные величины коэффициентов экстинкции в основных областях поглощения. Перечислить основные продукты фотолиза и привести порядки квантовых выходов.

4. Рассмотреть фотохимию бензола и его фторзамещенных, а также указать условия образования структур типа бензола Дьюара.
5. Привести примеры свойств нестационарных состояний. Рассмотреть приготовление когерентного состояния. Определить, что такое «выключение взаимодействия в момент перехода» и каковы условия этого процесса. Что такое когерентная ширина?
6. Рассмотреть образование эксимеров галогенидов благородных газов и привести типы нижних кривых потенциальной энергии для них, указать виды переходов из нижнего возбужденного состояния и условия возникновения генерации излучения.
7. Предсказать механизм и продукты распада метил-н-пропилкетона в области $\pi\pi^*$ поглощения.
8. Предсказать продукты распада молекулы формальдегида из основного электронного состояния. Разрешен ли распад из первого электронного состояния?

Перечень вопросов для контрольной работы № 1

1. Классификация электронных состояний и переходов. Связь между электронным строением и электронными спектрами
2. Квантовый выход. Принцип Франка-Кондона. Излучательные и истинные времена жизни.
3. Интенсивности электронных переходов. Сила осциллятора. Момент перехода. Правила отбора.
4. Безизлучательные переходы. Спин-орбитальное взаимодействие. Закон энергетического интервала.
5. Процессы переноса энергии. Константа скорости переноса.
6. Фотосенсибилизированные процессы.
7. Диаграмма Яблонского.

Пример заданий для контрольной работы № 1

Задание 1. Постройте ММО для фенолят иона. Посчитайте мультиплетность данного вещества.

Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Задание 2. Постройте ММО для бутадиена. Посчитайте мультиплетность данного вещества. Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Задание 3. Постройте ММО для бензойной кислоты. Посчитайте мультиплетность данного вещества. Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Задание 4. Оцените энергию делокализации π электронов на основе результатов расчета методом МОХ (методом Хюккеля) для пиррола и пиридина, и сравните данные 2-х веществ. Какое из веществ является более устойчивым по расчетным данным.

Задание 5. Оцените энергию делокализации π электронов на основе результатов расчета методом МОХ (методом Хюккеля) для хинолина и изохинолина, и сравните данные 2-х веществ. Какое из веществ является более устойчивым по расчетным данным.

Задание 6. Оцените энергию делокализации π электронов на основе результатов расчета методом МОХ (методом Хюккеля) для стирола и толуола и сравните данные 2-х веществ. Какое из веществ является более устойчивым по расчетным данным.

Для последних трех задач использовать таблицу (приложение) «Результаты расчетов некоторых органических молекул методом МОХ».

Пример варианта на контрольной работе № 1

Вариант 1

1. Классификация электронных состояний и переходов. Связь между электронным строением и электронными спектрами
2. Постройте ММО для фенолят иона. Посчитайте мультиплетность данного вещества. Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО. Постройте диаграмму Яблонского для данной молекулы.

Перечень вопросов для контрольной работы № 2

1. Реакции фотодиссоциации
2. реакции фотозамещения
3. реакции фотоприсоединения и фотовосстановления
4. реакции фотоприсоединения и фотоокисления
5. кинетика в фотохимии

Пример варианта на контрольной работе № 2 (фотохимические реакции)

Вариант 1

1. Реакции фотодиссоциации

Примерная тематика докладов

- Строение атомов и молекул, спектры поглощения и излучения.
- Спектры поглощения и излучения атомов и молекул в квантовой теории.
- Динамика спектроскопических переходов.
- Методы спектрального анализа.
- Фотоника молекул красителей.
- Спектроскопия порфиринов и родственных соединений.
- Структура и функция реакционных центров фотосинтеза.
- Спектроскопия первичного донора электрона.
- Спектроскопия первичного акцептора электрона
- фотолитография
- фотохимические процессы в верхних слоях атмосферы
- фотохимия органических красителей
- супрамолекулярная фотохимия
- Фотобиология
- фотохимические сенсibilизаторы

Примерные задания для практических занятий

Практическое задание №1. Метод молекулярных орбиталей для простых органических веществ

Задание 1. Постройте ММО для этилена. Посчитайте мультиплетность данного вещества.

Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Задание 2. Постройте ММО для формальдегида. Посчитайте мультиплетность данного вещества. Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Задание 3. Постройте ММО для бензола. Посчитайте мультиплетность данного вещества.

Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Задание 4. Постройте ММО для фенола. Посчитайте мультиплетность данного вещества.

Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Задание 5. Постройте ММО для аллил радикала, аллил-катиона и аллил-аниона. Посчитайте мультиплетность данного вещества. Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Д/з:

Постройте ММО для следующих веществ:

фенолят-иона;

бутадиена;

бензойной кислоты. Посчитайте мультиплетность данного вещества. Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Практическое задание №2. Метод молекулярных орбиталей для органических красителей Построение ММО для красителя: Уранин, Эозин

Д/з:

Задание: Постройте ММО для Родамина-С и Амино G кислоты. Посчитайте мультиплетность данного вещества. Напишите все электронные переходы в данной молекуле и укажите их на схеме ММО.

Практическое задание №3. Простой метод Хюккеля (Метод МОХ)

Расчет энергий на примере бутадиена (Объяснение)

Задание 1. Оцените энергию делокализации π электронов на основе результатов расчета методом МОХ (методом Хюккеля) для этиленхлорида.

Задание 2. Оцените энергию делокализации π электронов на основе результатов расчета методом МОХ (методом Хюккеля) для гексатриена и бензола, и сравните данные 2-х веществ. Какое из веществ является более устойчивым по расчетным данным.

Задание 3. Оцените энергию делокализации π электронов на основе результатов расчета методом МОХ (методом Хюккеля) для стирола и толуола и сравните данные 2-х веществ. Какое из веществ является более устойчивым по расчетным данным.

Д/з

Оцените энергию делокализации π электронов на основе результатов расчета методом МОХ (методом Хюккеля) для хинолина и изохинолина, и сравните данные 2-х веществ. Какое из веществ является более устойчивым по расчетным данным.

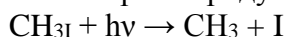
Подготовка к к/р

Практическое задание №5. Задачи по фотохимической реакции

Задача 1. Свет с длиной волны 436 нм проходил в течение 900 с через раствор брома и коричной кислоты в CCl_4 . Среднее количество поглощенной энергии $1.919 \cdot 10^{-3} \text{ Дж} \cdot \text{с}^{-1}$. В результате фотохимической реакции количество брома уменьшилось на $3.83 \cdot 10^{19}$ молекул. Чему равен квантовый выход? Предложите механизм реакции, объясняющий квантовый выход.

Задача 2. Энергия активации фотохимической реакции равна $30 \text{ ккал} \cdot \text{моль}^{-1}$. Какова должна быть минимальная длина волны света для того, чтобы инициировать эту реакцию? Чему равна частота этого света?

Задача 3. Энергия связи C-I в молекуле CH_3I составляет $50 \text{ ккал} \cdot \text{моль}^{-1}$. Чему равна кинетическая энергия продуктов реакции



при действии на CH_3I УФ света с длиной волны 253.7 нм?

Задача 4. Молекулы в сетчатке глаза человека способны передавать сигнал в зрительный нерв, если скорость поступления излучения равна $2 \cdot 10^{-16} \text{ Вт}$. Найдите минимальное число фотонов, которое должно за 1 с попадать на сетчатку глаза, чтобы создать зрительное ощущение. Среднюю длину волны света можно принять равной 550 нм.

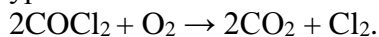
Задача 5. В фотохимической реакции $\text{A} \rightarrow 2\text{B} + \text{C}$ квантовый выход равен 210. В результате реакции из 0.300 моль вещества А образовалось $2.28 \cdot 10^{-3}$ моль вещества В. Сколько фотонов поглотило вещество А?

Д/з

Задача 1. Аммиак разлагается УФ светом (длина волны 200 нм) с квантовым выходом 0.14. Рассчитайте энергию света (кал), необходимую для разложения 1 г аммиака?

Задача 2. В фотохимической реакции $\text{H}_2 + \text{Cl}_2 \rightarrow 2\text{HCl}$ квантовый выход равен 15000. В результате реакции из 0.240 моль Cl_2 образовалось $2.98 \cdot 10^{-2}$ моль HCl . Сколько фотонов поглотил хлор?

Задача 3. Фотохимическое окисление фосгена под действием УФ излучения описывается уравнением:



Поглощение $4.4 \cdot 10^{18}$ квантов света ($\lambda = 253.7 \text{ нм}$) вызвало превращение $1.31 \cdot 10^{-5}$ моль фосгена. Рассчитайте квантовый выход реакции.

- **Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

Для контроля знаний студентов по данной дисциплине необходимо проводить текущий и промежуточный контроль.

Текущий контроль выполняется в виде приема допусков и защит практических и расчетно-графических работ, устного опроса на лекциях и практических занятиях.

Промежуточный контроль проводится в виде зачета, на котором обсуждаются теоретические вопросы курса. Практическая часть зачитывается по результатам работ, выполненным в семестре, на основе балльно-рейтинговой системы. При рейтинговой системе все знания, умения и навыки, приобретаемые студентами в результате изучения дисциплины, оцениваются в баллах.

Оценка качества работы в рейтинговой системе является накопительной и используется для оценивания системной работы студентов в течение всего периода обучения. Максимально-возможная сумма баллов по всем видам заданий приравнивается 100 %. При этом также учитывается посещаемость занятий – 0,5 балла за посещение одного занятия продолжительностью 1 академический час, при этом максимальный балл за посещаемость равен 17. Каждое практическое задание оценивается в зависимости от сложности от 1 до 10 баллов. Окончательно задания формируются перед началом семестра преподавателем в зависимости от тем НИР студентов. Максимальный балл за каждый вид задания определяется преподавателем в зависимости от уровня сложности задания в начале семестра, проставляется в журнале успеваемости и доводится до сведения студентов.

Чтобы быть допущенным к зачету, студент обязан проделать и сдать **все** практические работы. Работы, пропущенные без уважительной причины, а также работы, не защищенные студентом в течение 2х недель после проведения практической части, оцениваются преподавателем с понижающим коэффициентом 0,5.

Преподаватель может использовать **«штрафы»** в виде уменьшения набранных баллов за пропуск лекционных занятий, за нарушение сроков выполнения учебной работы, за систематический отказ отвечать на семинарских занятиях и т.д.

Результаты работы студентов фиксируются преподавателем в журнале успеваемости. В течение семестра проводится 2 промежуточные аттестации, о результатах которых преподаватель сообщает студенту, куратору группы и заведующему кафедре.

Если к моменту окончания семестра студент набирает не менее 55 % от максимально возможной суммы баллов, то он получает допуск к зачету.

Студент, сдающий зачет, получает отметку «Зачтено» при выполнении более половины заданий зачетного билета. Баллы за зачетное задание студент не получает.

Если к началу зачетной недели набранное студентом суммарное количество баллов с учетом дополнительных, составляет **менее 55 % от максимальной суммы баллов**, он не допускается к сдаче зачета. Такие студенты могут довести свой балл до необходимой суммы в течение последней (зачетной) недели семестра, написав контрольную работу по теме, за которую студент получил наименьшее количество баллов. Выполненные практические задания на зачетной неделе **не принимаются**.

10. Ресурсное обеспечение

• Перечень основной и дополнительной учебной литературы

Основная учебная литература

1. **Березин Б.Д.** Хромофорные системы макроциклов и линейных молекул / Березин Борис Дмитриевич, Березин Дмитрий Борисович. - М. : Красанд, 2014. - 240с. - Лит.:с.229. - ISBN 978-5-396-00614-0.
2. Экспериментальные методы химии высоких энергий: Учебное пособие/Под ред. М.Я. Мельникова.- М.Издательство МГУ, 2009.- 824 с.
3. Цирельсон, В. Г. Квантовая химия. Молекулы, молекулярные системы и твердые тела [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / В. Г. Цирельсон. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. - 496 с.: ил. - (Учебник для высшей школы). - ISBN 978-5-9963-1098-2.

Дополнительная учебная литература

1. Майер, И. Избранные главы квантовой химии: доказательства теорем и вывод формул [Электронный ресурс] / И. Майер ; пер. с англ. - 2-е изд. (эл.). - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. - 384 с.: ил. - ISBN 978-5-9963-2313-5
2. **Преч Э., Бюльманн Ф., Аффольтер К.** Определение строения органических соединений: таблицы спектральных данных. - Бином, Лаборатория знаний, 2012. - ISBN 5-94774-572-0
3. **Сильверстейн Р., Вебстер Ф., Кимл Д.** Спектрометрическая идентификация органических соединений. - Бином, Лаборатория знаний, 2011. - ISBN 978-5-94774-392-0

Периодические издания

- Вестник Московского университета. Серия 2, Химия : научный журнал / учредитель: Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова, фак-т химии. - М. : МГУ. - Журнал, основан в ноябре 1946 года. - Выходит отдельной серией с 1960 года - Доступ к архиву статей с 1998 г. на сайте журнала: <http://www.chem.msu.ru/rus/vmgu/>
- Журнал аналитической химии / учредитель: РАН, отделение физикохимии и технологии неорганических материалов и Институт геохимии и аналитической химии. - М. : МАИК Наука. - Журнал, основан в 1946 году. - Содержание выпусков с 1999 г. на сайте журнала: <http://www.zhakh.ru/Lists/Content/view.aspx>
- Журнал неорганической химии / учредитель: РАН, отд-ние физикохимии и технологии неорганических материалов. - М. : МАИК НАУКА. - Журнал, основан в январе 1956 года. - Содержание выпусков и аннотации статей с 1996 г. на английском языке на сайте издательства: <http://www.maik.rssi.ru/cgi-perl/search.pl?lang=rus>
- Журнал физической химии (доступ через Elibrary.ru.)
- Успехи химии. Издательство Журнала "Успехи химии" Известия Академии наук. Серия химическая. Издательство журнала "Известия Академии наук. Серия химическая" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научный вестник Новосибирского государственного технического университета Новосибирский государственный технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- Сборник научных трудов Новосибирского государственного технического университета Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»: <http://window.edu.ru/>
- Естественные науки. Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Астраханский государственный университет" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия высших учебных заведений. Серия: Химия и химическая технология (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Башкирский химический журнал ООО "Научно-исследовательский институт истории науки и техники" (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Известия вузов. Прикладная химия и биотехнология Иркутский национальный исследовательский технический университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Химия. Биология. Фармация Воронежский государственный университет (доступ через Elibrary.ru.) — Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

- **Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»**

Электронно-библиотечные системы и базы данных

- Университетская библиотека онлайн – www.biblioclub.ru - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- ZNANIUM – www.znanium.com -- Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- БД российских журналов East View : <http://dlib.eastview.com> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Электронная библиотека диссертаций (ЭБД) РГБ: <http://diss.rsl.ru/> - Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД Web of Science, JCR компании Thomson Reuters: <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Реферативная и библиографическая БД SCOPUS: <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Elibrary.ru. Научная электронная библиотека (РУНЭБ) Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Научные поисковые системы

- SCIENCE INDEX на основе данных РИНЦ http://elibrary.ru/project_risc.asp Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Scopus <http://www.scopus.com/home.url> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Web of Science <http://webofknowledge.com> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю
- Научная электронная библиотека РФФИ <http://www.elibrary.ru> Режим доступа: ограниченный по логину и паролю

Профессиональные ресурсы сети «Интернет»

<http://window.edu.ru/> - Федеральная информационная система: «Единое окно доступа к информационным ресурсам»

<http://www.rsl.ru> РГБ Российская государственная библиотека

<http://ben.irex.ru> БЕН Библиотека естественных наук

<http://www.gpntb.ru> ГПНТБ Государственная публичная научно-техническая библиотека

<http://ban.pu.ru> БАН Библиотека Академии наук

<http://www.nlr.ru> РНБ Российская национальная библиотека

<http://www.elibrary.ru> Научная электронная библиотека РФФИ

<http://www.chem.msu.ru> Электронная библиотека на сервере химфака МГУ

<http://www.lib.msu.ru> Библиотека МГУ

<http://www.kge.msu.ru> Библиотеки химической литературы

<http://www.lib.asu.ru> Электронная библиотека зарубежных изданий

<http://www.chem.asu.ru> Электронная библиотека/неорганическая химия

<http://www.chem.port.ru/>

<http://www.ars.org/portalchemistry/>

<http://lib.uni-dubna.ru/biblweb/> Библиотека университета «Дубна»

- **Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы (при необходимости)**

В ходе изучения курса предусмотрено использование презентаций выполненных в программе PowerPoint.

информационно-библиотечная система MAPK SQL.

Для самостоятельной работы используются классы с доступом к ресурсу Интернет.

- **Описание материально-технической базы**

Лекционная аудитория с компьютером и видеопроектором.

Практические работы проводятся в специально оборудованном химическом практикуме

Приборы:

Весы электронные Ohaus Adventure
 Весы электронные Acculab ALC
 ИК-Фурье спектрометр IRPrestige 21
 ИК-Фурье спектрометр IRAffinity
 Спектрофотометр Unico 2100
 Спе Раман-анализатор Рапорт+

11. Язык преподавания: русский язык

Факультет естественных и инженерных наук
Кафедра химии, новых технологий и материалов

проректор по учебно-методической
работе

/А.С. Деникин /

«15» 03 2017 г.

«ФОТОХИМИЯ»

Протокол заседания № 3 от «09» 03 2017 г.

Заведующий кафедрой _____ /С.В. Моржухина/

СОГЛАСОВАНО

и.о.декана факультета _____ /О.А. Савватеева/

« 14 » 03 2017 г.